

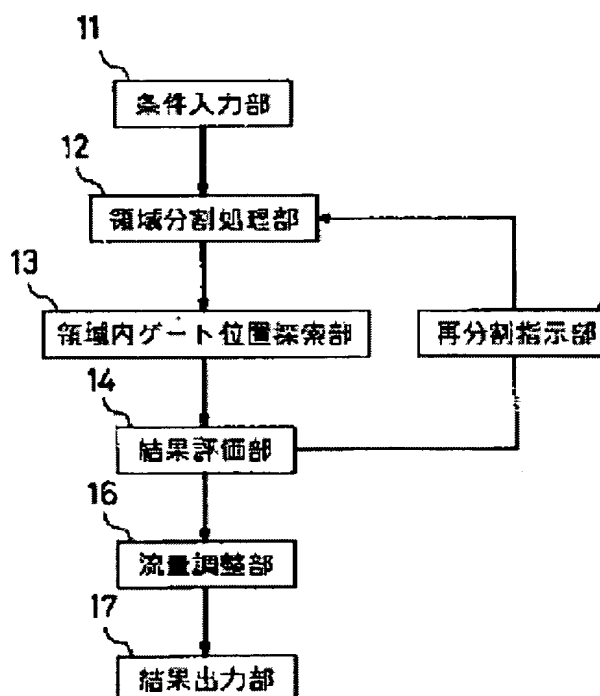
GATE DECIDING DEVICE FOR INJECTION MOLDED PIECE

Patent number: JP7137109
Publication date: 1995-05-30
Inventor: ITO GIICHI; OKADA YOSHIO
Applicant: SEKISUI CHEMICAL CO LTD
Classification:
- international: B29C33/00; B29C33/38; B29C45/76; B29C33/00;
B29C33/38; B29C45/76; (IPC1-7): G06F17/50;
B29C45/76; B29C45/46
- european: B29C33/00K; B29C33/38F; B29C45/76R
Application number: JP19930286492 19931116
Priority number(s): JP19930286492 19931116

Report a data error

Abstract of JP7137109

PURPOSE: To easily plan the number of gates and positions of the gates in an injection forming mold. **CONSTITUTION:** An area dividing section 12 creates an aggregate model of elements included within an area boundary indicated by a condition input section 11. An area gate position searching section 13 searches a gate position for simultaneously filling a final filling position in each area of the aggregate model. In a result evaluating section 14, flow analysis is performed by making the searched gate position a resin injecting part, a necessary molding pressure which is necessary for filling is obtained at every area, and comparison of these necessary molding pressures or comparison of a necessary molding pressure and a molding limit pressure is performed. When the necessary molding pressure is larger than the molding limit pressure and when the difference in the necessary molding pressure among the areas is not within a fixed width, an area boundary for dividing again including the pertinent area is indicated by a redivision indicating section 15. In other case than this, a flow rate adjusting section 16 adjusts injecting flow rate of a filling resin so as to uniform the pressure difference among the gates.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-137109

(43) 公開日 平成7年(1995)5月30日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 9 C 45/76		7365-4F		
45/46		9156-4F		
// G 0 6 F 17/50		7623-5L	G 0 6 F 15/ 60	4 5 0

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平5-286492

(22) 出願日 平成5年(1993)11月16日

(71) 出願人 000002174

積水化学工業株式会社

大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号

(72) 発明者 伊藤 義一

京都市南区吉祥院八反田町8番地

(72) 発明者 岡田 佳男

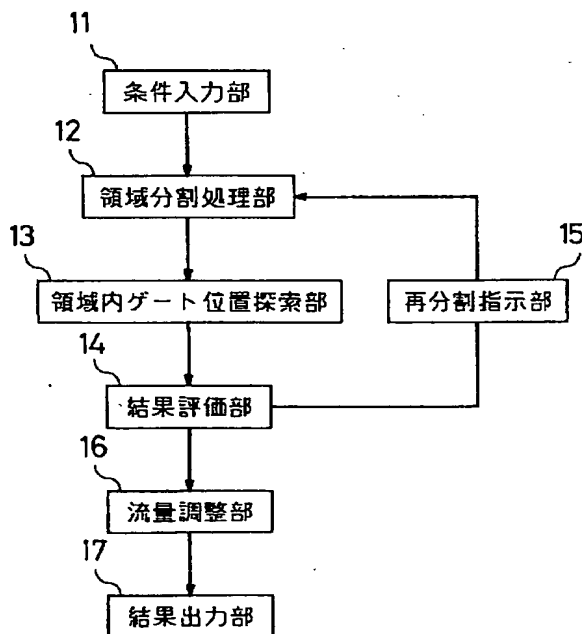
大阪府枚方市北中振1-1-31

(54) 【発明の名称】 射出成形品のゲート決定装置

(57) 【要約】

【目的】 射出成形用金型のゲート数とゲート位置との設計を容易とする。

【構成】 条件入力部11により指示された領域境界線内に含まれる要素の集合モデルを領域分割処理部12で作成し、作成した集合モデルの各領域内において最終充填位置に同時に充填するゲート位置を領域内ゲート位置探索部13で探索する。そして、探索したゲート位置を樹脂注入部とする流動解析を行って、充填するのに必要とされる必要成形圧力を各領域毎に求め、これら必要成形圧力の比較又は必要成形圧力と成形限界圧力との比較を結果評価部14で行い、必要成形圧力が成形限界圧力よりも大きい場合、及び各領域間の必要成形圧力差が一定の幅内でない場合には、その該当する領域を含めて再分割する領域境界線を再分割指示部15により指示し、これ以外の場合には、流量調整部16により各ゲート間の圧力差が均一になるように充填樹脂の注入流量を調整する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 射出成形品のゲート数及び位置を決定する装置であって、

成形品のウエルド発生位置を考慮して各ゲートが担当する領域境界線とその領域内での最終充填位置及び成形限界圧力とを入力する条件入力部と、

この条件入力部により入力され指示された領域境界線内に含まれる要素の集合モデルを作成する領域分割処理部と、

この領域分割処理部により作成された集合モデルの各領域内において最終充填位置に同時に充填するゲート位置を探索する領域内ゲート位置探索部と、

この領域内ゲート位置探索部により探索されたゲート位置を樹脂注入部とする流動解析を行って、充填するのに必要とされる必要成形圧力を各領域毎に求め、これら必要成形圧力の比較又は必要成形圧力と前記成形限界圧力との比較により、必要成形圧力が成形限界圧力より大きいかな否か、各領域間の必要成形圧力差が大き過ぎないかな否かを判断する結果評価部と、

この結果評価部での判断結果に基づき、必要成形圧力が成形限界圧力より大きい場合、及び各領域間の必要成形圧力差が一定の幅内でない場合には、その該当する領域を含めて再分割する領域境界線を指示する再分割指示部と、

前記結果評価部での判断結果に基づき、必要成形圧力が成形限界圧力より小さい場合、及び各領域間の必要成形圧力差が一定の幅内である場合には、各ゲート間の圧力差が均一になるように充填樹脂の注入流量を調整する流量調整部とを備えたことを特徴とする射出成形品のゲート決定装置。

【請求項2】 射出成形品のゲート数及び位置を決定する装置であって、

成形品のウエルド発生位置、最終充填位置及び成形限界圧力を入力する条件入力部と、

流動解析に使用する要素分割モデルを用い、それらの節点間における流動状態をニュートン流体と仮定したときの運動方程式に基づいて構成される連立一次方程式のマトリックスを作成するマトリックス作成部と、

前記連立一次方程式の各節点にある流量を与えて全節点の圧力を求める圧力解析部と、

この圧力解析部での解析結果に基づいて最適なゲート数及びゲート位置を判断する結果評価部とを備えたことを特徴とする射出成形品のゲート決定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、射出成形品のゲート決定装置に係り、より詳細には、コンピュータを用いて射出成形品のゲート数及びゲート位置を設計するCADシステムの分野に適用される。

【0002】

【従来の技術】従来より、プラスチック成形用の金型において、その設計、調整、成形条件等を検討する際に流動解析システム、構造解析システム、伝熱解析システム等の各種解析システムが利用されている。

【0003】特に、流動解析では、金型のゲート位置を予め設定しておく必要があるが、このゲート位置の設定は、従来設計者の経験と勘とによって行われている。

【0004】すなわち、熟練した設計者が、成形品の肉厚 T と樹脂流路の長さ L とにより求まる流動長 (L/T) を用いて、適当と思われるところにゲート位置を決定していた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このように、プラスチック成形用の金型のゲート数及びゲート位置の決定は、流動長 (L/T) を用いて行われているが、設計者の経験と勘とに頼って行われることから個人差が大きく、流動長 (L/T) を用いたとしても複雑な形状等ではその精度に限界があり、成形性、安定性、意匠性等の幅広い考慮が反映されにくいものであった。

【0006】また、流動解析を実施する場合でも、初期のゲート数及びゲート位置はオペレータや金型の設計者に一任されていることから、ゲート数及びゲート位置の初期設定の仕方によっては、解析結果を評価して再度ゲート数及びゲート位置を変更するといった作業を数回繰り返す必要が生じる場合もある。そのため、最適な条件を求めるのに多大の時間と労力とを費やしてしまうといった問題があった。

【0007】本発明はこのような問題点を解決すべく創案されたもので、その目的は、経験の少ない技術者でも短時間で容易にゲート数とゲート位置との設計が行える射出成形品のゲート決定装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の請求項1に係る射出成形品のゲート決定装置は、射出成形品のゲート数及び位置を決定する装置であって、成形品のウエルド発生位置を考慮して各ゲートが担当する領域境界線とその領域内での最終充填位置及び成形限界圧力とを入力する条件入力部と、この条件入力部により入力され指示された領域境界線内に含まれる要素の集合モデルを作成する領域分割処理部と、この領域分割処理部により作成された集合モデルの各領域内において最終充填位置に同時に充填するゲート位置を探索する領域内ゲート位置探索部と、この領域内ゲート位置探索部により探索されたゲート位置を樹脂注入部とする流動解析を行って、充填するのに必要とされる必要成形圧力を各領域毎に求め、これら必要成形圧力自体の比較又は必要成形圧力と前記成形限界圧力との比較により、必要成形圧力が成形限界圧力より大きいかな否か、各領域間の必要成形圧力差が大き過ぎないかな否かを判断する結果評価部と、この結果評価部での判断結果に基づ

き、必要成形圧力が成形限界圧力よりも大きい場合、及び各領域間の必要成形圧力差が一定の幅内でない場合には、その該当する領域を含めて再分割する領域境界線を指示する再分割指示部と、前記結果評価部での判断結果に基づき、必要成形圧力が成形限界圧力よりも小さい場合、及び各領域間の必要成形圧力差が一定の幅内である場合には、各ゲート間の圧力差が均一になるように充填樹脂の注入流量を調整する流量調整部とを備えた構成とする。

【0009】また、本発明の請求項2に係わる射出成形品のゲート決定装置は、射出成形品のゲート数及び位置を決定する装置であって、成形品のウエルド発生位置、最終充填位置及び成形限界圧力を入力する条件入力部と、流動解析に使用する要素分割モデルを用い、それらの節点間における流動状態をニュートン流体と仮定したときの運動方程式に基づいて構成される連立一次方程式のマトリックスを作成するマトリックス作成部と、前記連立一次方程式の各節点にある流量を与えて全節点の圧力を求める圧力解析部と、この圧力解析部での解析結果に基づいて最適なゲート数及びゲート位置を判断する結果評価部とを備えた構成とする。

【0010】

【作用】請求項1に係わる射出成形品のゲート決定装置の作用について説明する。

【0011】領域分割処理部では、条件入力部より入力された成形品のウエルド発生位置及び成形品全体の体積の取り合いを考慮した領域境界線に基づき、その領域境界線でくくられる閉領域内に存在する節点番号の集合を、流動解析モデルの節点データと比較することにより各領域毎に分類する。

【0012】領域内ゲート位置探索部では、この領域分割処理部により作成された集合モデルの各領域内において最終充填位置に同時に充填するゲート位置を探索する。すなわち、各領域毎に指示されている最終充填位置（例えば、1、2、3の3点）のうち2点の組み合わせ2種類（例えば、最終充填位置1と2、1と3の2種類）を樹脂注入位置として流動解析を実施し、そのときのウエルドラインが交わる交点をその領域におけるゲート位置とする探索を行う。このような探索を全領域に対して行う。

【0013】結果評価部では、この領域内ゲート位置探索部により探索されたゲート位置を樹脂注入位置とする流動解析を行って、充填するのに必要とされる必要成形圧力を各領域毎に求め、これら必要成形圧力の比較又は必要成形圧力と前記成形限界圧力との比較を行う。そして、求めた必要成形圧力の最大値が成形限界圧力よりも大きいか否かを判断する。そして、必要成形圧力の最大値が成形限界圧力よりも大きい場合には、例えばその領域と必要成形圧力との表示を行う。また、結果評価部は、各領域間の必要成形圧力差が大き過ぎないか否かを

判断する。そして、各領域間の必要成形圧力差が一定の幅内でない場合には、例えばその領域と必要成形圧力との表示を行う。

【0014】再分割指示部では、結果評価部での判断により、必要成形圧力の最大値が成形限界圧力よりも大きい場合、又は各領域間の必要成形圧力差が一定の幅内でない場合には、その問題となる領域を再分割するか、全体を再分割するかの指示とそのときの領域境界線とを、領域分割処理部に入力する。そのため、この場合には領域分割処理部で再度の領域分割を行い、次の領域内ゲート位置探索部から結果評価部までの処理を順次行うことになる。

【0015】一方、流量調整部では、結果評価部での判断の結果、必要成形圧力が成形限界圧力よりも小さい場合、及び各領域間の必要成形圧力差が一定の幅内である場合には、各ゲート間の圧力差が均一になるように、充填樹脂の注入流量を調整する。すなわち、各領域の必要成形圧力が均一になるように樹脂注入部の流量の分配比を決定する。

【0016】請求項2に係わる射出成形品のゲート決定装置の作用について説明する。

【0017】マトリックス作成部では、流動解析に使用する要素分割モデルを用い、それらの節点間における流動状態をニュートン流体と仮定したときの運動方程式に基づいて構成される連立一次方程式のマトリックスを作成する。

【0018】圧力解析部では、構成される連立一次方程式の全節点中の任意の節点に流量Qを与えることにより、各節点における圧力Pが求まるから、これにより全節点中の最高圧力の位置が分かる。同様の処理を全節点について行い、全節点中最高圧力が最も小さくなる位置に流量を与えること（すなわち、ゲート位置とすること）で、最もバランスの取れた形成圧力の小さい条件が得られたことになる。

【0019】結果評価部では、このようにして得られた最高圧力が、条件入力部から入力された成形限界圧力も大きい場合には、ゲート数を1つ増やして前述の処理を繰り返す。この場合、複数個に流量を与えることになるが、このとき複数個に流量を与える手順は順列組み合わせとする。

【0020】以上の処理により、最適なゲート数及びゲート位置が決定される。

【0021】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

【0022】図1は、本発明の請求項1に係わる射出成形品のゲート決定装置の電気的構成を示している。

【0023】同図において、成形品のウエルド発生位置を考慮して各ゲートが担当する領域境界線とその領域内の最終充填位置及び成形限界圧力とを入力する条件入

力部11の出力は、指示された領域境界線に含まれる要素の集合モデルを作成する領域分割処理部12に導かれており、領域分割処理部12の出力は、作成された集合モデルの各領域内において最終充填位置に同時に充填するゲート位置を探索する領域内ゲート位置探索部13に導かれている。

【0024】また、領域内ゲート位置探索部13の出力は、必要成形圧力が成形限界圧力よりも大きいかな否か、各領域間の必要成形圧力差が大き過ぎないかな否かを判断する結果評価部14に導かれている。そして、この結果評価部14の出力は、再分割する領域境界線を指示する再分割指示部15に導かれており、再分割指示部15の出力は、領域分割処理部12に導かれている。

【0025】また、結果評価部14の出力は、各ゲート間の圧力差が均一になるように充填樹脂の注入流量を調整する流量調整部16に導かれており、流量調整部16の出力が、結果出力部17に導かれた構成となっている。

【0026】結果評価部14は、領域内ゲート位置探索部13により探索されたゲート位置を樹脂注入部とする流動解析を行って、充填するのに必要とされる必要成形圧力を各領域毎に求め、これら必要成形圧力の比較又は必要成形圧力と成形限界圧力との比較により、必要成形圧力が成形限界圧力よりも大きいかな否か、各領域間の必要成形圧力差が大き過ぎないかな否かを判断するブロックである。

【0027】再分割指示部15は、結果評価部14での判断結果に基づき、必要成形圧力が成形限界圧力よりも大きい場合、及び各領域間の必要成形圧力差が一定の幅内でない場合には、領域分割処理部12に対しその該当する領域を含めて再分割する領域境界線を指示するブロックとなっている。

【0028】流量調整部16は、結果評価部14での判断結果に基づき、必要成形圧力が成形限界圧力よりも小さい場合、及び各領域間の必要成形圧力差が一定の幅内である場合には、各ゲート間の圧力差が均一になるように充填樹脂の注入流量を調整するブロックである。

【0029】次に、上記構成のゲート決定装置の動作について説明する。

【0030】条件入力部11は、成形品の要求特性より決定される成形機のランク（成形限界圧力）、同時充填及びウエルド発生位置を考慮した領域分割と領域境界線、及び各領域における最終充填位置（本実施例では、3点としている）の指示を行う。また、条件入力部11では、これらの主要入力条件以外に、流動解析の要素分割モデルの名称、意匠、充填時間及び樹脂温度等を入力する。

【0031】これらの各種条件が入力された領域分割処理部12は、入力された流動解析の要素分割モデル（図2に一例を示す）に対して、領域境界線でくられる各

閉領域内に含まれる節点及び節点番号を抽出する。

【0032】この処理方法としては、閉領域内の座標領域に含まれる節点及び要素を抽出する。また、領域境界線が要素と交わる部分については、要素面積が最も多く含まれる領域に属するものとする。

【0033】領域内ゲート位置探索部13は、領域分割処理部12で分割された各領域に対して次の処理を行う。まず、入力された各領域毎の最終充填位置3点のうちの2点の組み合わせを2種類決定し（例えば、最終充填位置1と2、及び1と3の2種類等）、これらの2点をその領域における樹脂注入位置として流動解析を実施する。このとき、節点番号に空白があったり、最小番号1から順に整列していないといった問題が生じるが、この場合には流動解析実施前に節点番号のリナンバ処理を行い、処理前の番号との相関をとることで対応する。

【0034】このようにして得られた流動解析の結果より、2点の組み合わせによるウエルド発生位置を、それぞれの組み合わせについて推測する。ここで、最終充填位置1と2の組み合わせにより推測したウエルドをウエルド1、最終充填位置1と3の組み合わせにより推測したウエルドをウエルド2として記憶する。そして、ウエルド1とウエルド2との交点を求め、この位置をその領域のゲート位置として記憶する。

【0035】領域内ゲート位置探索部13は、以上の処理を分割された全領域に対して繰り返すことにより、全領域のゲート位置を決定する。

【0036】結果評価部14は、領域内ゲート位置探索部13で決定されたゲート位置を樹脂注入位置とした流動解析を、各領域毎に実施し、各領域で必要な成形圧力を算出する。このときの注入流量は、条件入力部11から入力された充填時間より求まる全体流量を全領域数で割った値とする。

【0037】結果評価部14では、この各領域の必要成形圧力と、条件入力部11から入力された成形限界圧力との比較を行って、必要成形圧力が成形限界圧力よりも大きいかな否かの比較（これを比較1という）を行う。また、結果評価部14は、必要成形圧力の比較により、各領域間の必要成形圧力差が大き過ぎないかな否かの比較（これを比較2という）を行う。

【0038】すなわち、比較1により各領域の必要成形圧力と成形限界圧力との関係が全て（各領域の必要成形圧力<成形限界圧力）である場合には、次の比較2に移り、各領域の必要成形圧力と成形限界圧力との関係が一つでも（各領域の必要成形圧力>成形限界圧力）である場合には、その関係にある領域とそのときの必要成形圧力とを表示し、再分割指示部15に対する入力情報を待つことになる。

【0039】一方、比較2での比較方法として、本実施例では以下に示す式（1）を用いている。

【0040】

【数1】

必要成形圧力の平均値 - a < 各領域の必要成形圧力 < 必要成形圧力の平均値 + a

・・・ (1)

ただし、aは定数である。

【0041】すなわち、各領域の必要成形圧力が式

(1) から外れる場合には、比較1の場合と同様、その関係にある領域とそのときの必要成形圧力とを表示し、再分割指示部15に対する入力情報を待つことになる。

【0042】再分割処理部15では、表示されている領域内を再分割するか、全体を分割し直すかの入力を受けて、その指示にあった領域境界線を領域分割処理部12に再度入力する。この場合、参考のために全領域における領域境界線と計算された必要成形圧力との一覧を表示するようにしても良い。また、再分割指示がなければ、*

$$\begin{aligned} Q_1 &= \frac{P_1}{\sum P_i} Q_0 \\ Q_2 &= \frac{P_2}{\sum P_i} Q_0 \\ &\vdots \\ Q_n &= \frac{P_n}{\sum P_i} Q_0 \quad i=1,2,\dots,n \end{aligned} \quad \dots (2)$$

【0045】流量調整部16では、式(2)により決定された注入流量を用いて再度各領域毎に流動解析を実施し、各領域の必要成形圧力が均一になるまで式(2)を繰り返し変更して行う。そして、最終的に決定した流量の配分比を記憶する。

【0046】結果出力部17では、領域分割処理部12で求めた領域分割数をゲート個数とし、領域内ゲート位置探索部13で求めた位置をゲート位置として表示するとともに、流量調整部16で決定した各領域の注入流量を表示する。

【0047】次に、上記各処理をより具体的な例を挙げて説明する。

【0048】ここでは、説明を簡単なものとするために、成形品モデルは図3に示す平板モデルとする。また、成形限界圧力を100kg/cm²とし、領域は2分割(領域分割基準線L1により示す)で各領域の最終充填位置1, 2, 3は平板の4角とウエルド位置の端部とする(図3参照)。

【0049】領域分割処理部12では、条件入力部11から入力されたこのような条件に基づき、かつ上記した領域分割処理部12の処理に従って領域分割線L2を引く(図4参照)。すなわち、図3に示す領域分割基準線L1が要素と交わる部分については、要素面積が最も多く含まれる領域に属するものとして、領域分割線L2を引いている。

【0050】この後、領域内ゲート位置探索部13は、

* 現状の領域分割の状態での処理、すなわち流量調整部16の処理に移行することになる。

【0043】流量調整部16は、結果評価部14で求められた各領域の必要成形圧力が均一となるように注入流量の配分比を調整する。この調整方法の一例として、本実施例では下式(2)により注入流量を決定する。ただし、式(2)において、Q_nは各領域の注入流量、P_nは各領域の必要成形圧力、Q₀は全体流量である。

【0044】

【数2】

まず領域1について、最終充填位置1, 2を樹脂注入位置として流動解析を実施し、その結果より得られるウエルド発生位置をウエルドW1として記憶する(図5参照)。次に領域内ゲート位置探索部13は、最終充填位置1, 3を樹脂注入位置として流動解析を実施し、その結果より得られるウエルド発生位置をウエルドW2として記憶する(図6参照)。そして、ウエルドW1とウエルドW2との交点を求め、この交点を領域1のゲート位置G1として記憶する(図7参照)。

【0051】領域内ゲート位置探索部13は、上記と同様の処理を領域2についても行い、領域2のゲート位置G2を決定する(図7参照)。

【0052】この後、結果評価部14は、このようにして決定したゲート位置G1, G2に基づく流動解析を各領域1, 2毎に実施し、各領域1, 2毎の必要成形圧力を算出する。本実施例では、各領域1, 2の必要成形圧力P₁, P₂はそれぞれ60kg/cm², 40kg/cm²となり、限界成形圧力100kg/cm²よりも小さい値となった。また、式(1)の定数aを例えば15kg/cm²とした場合には、両必要成形圧力P₁, P₂の差も式(1)の範囲内に入ることから、次に流量調整部16で式(2)に基づく注入流量の配分比を算出し【式(3)参照】、このようにして算出した各種値を表示して処理を終了する。

【0053】

【数3】 $Q_1 = Q_0 \cdot P_1 / (P_1 + P_2)$

$$Q2 = Q0 \cdot P2 / (P1 + P2)$$

ここで、全体流量 $Q0$ が $100 \text{ cm}^3 / \text{sec}$ であるとすると、式(3)より領域1の流量 $Q1$ は $60 \text{ cm}^3 / \text{sec}$ 、領域2の流量 $Q2$ は $40 \text{ cm}^3 / \text{sec}$ となる。

【0054】このようにして、ゲート数、ゲート位置及び流量分配比が決定される。

【0055】図8は、本発明の請求項2に係わる射出成形品のゲート決定装置の電気的構成を示している。

【0056】同図において、成形品のウェルド発生位置、最終充填位置及び成形限界圧力等のデータを入力する条件入力部31の出力は、連立一次方程式のマトリックスを作成するマトリックス作成部32に導かれており、マトリックス作成部32の出力は、連立一次方程式の各節点にある流量を与えて全節点の圧力を求める圧力解析部33に導かれている。そして、圧力解析部33の出力は、その解析結果に基づいて最適なゲート数及びゲート位置を判断する結果評価部34に導かれており、結果評価部34の出力は、圧力解析部33と結果出力部35とに導かれた構成となっている。

【0057】マトリックス作成部32は、流動解析に使用する要素分割モデルの節点間における流動状態をニュートン流体と仮定したときの運動方程式に基づいて構成される連立一次方程式のマトリックスを作成するブロックである。

$$Q = -W \frac{dP}{dX} \int_{-h}^h \frac{z^2}{\eta} dz \quad \dots (5)$$

【0064】ただし、ニュートン流体の場合、($\eta = \text{一定}$)であるから、

【0065】

【数6】

$$Q = \frac{2Wh^3}{3\eta L} dP \quad \dots (6)$$

【0066】となる。また、式(4)において、最終充填位置及びウェルド指定位置における節点番号の行の圧力 P には0が入る。また、流量 Q は初期状態として、全ての行に0が入る。

【0067】圧力解析部33では、節点番号の若い番号から順に1節点にのみ、入力条件で得られた充填時間より求められる単位時間当たりの流量 $Q0$ を式(4)の Q の配列に設定する。このときの各節点における圧力 P を、式(4)の連立方程式を解くことによって求める。解法としては、マトリックス Ce の逆行列を求め、右辺にかけて P の行列解を求める方法等がある〔式(7)参照〕

【0068】

【数7】

*【0058】次に、上記構成のゲート決定装置の動作について説明する。

【0059】条件入力部31では、意匠性を考慮した成形品のウェルド発生位置、同時充填を考慮した最終充填位置及び成形品の要求特性より決定される形成機のランク(成形限界圧力等)のデータを入力する。また、条件入力部31では、これらの主要入力条件以外に、流動解析の要素分割モデル、意匠及び金型構造の関係よりゲートが入らない領域、充填時間及び樹脂温度等を入力する。図10は、図9に示す形状モデルを要素分割した流動解析モデルの一例を示す。

【0060】これらの条件データが入力されたマトリックス作成部32は、入力された流動解析の要素分割モデルを用い、それらの節点間における流動状態をニュートン流体と仮定したときの運動方程式に基づいて、連立一次方程式を全節点について構成する。このときの連立一次方程式の集合は、下式(4)で表現できる。

【0061】

【数4】

$$[Ce] \{P\} = \{Q\} \quad \dots (4)$$

【0062】ここで、式(4)における P と Q との関係は、下式(5)のように示すことができる。

【0063】

【数5】

$$[Ce] \{P\} = \{Q\}$$

$$\{P\} = \{Q\} [Ce]^{-1} \quad \dots (7)$$

【0069】これにより節点における圧力 P が求まるから、この求めた全節点の圧力より最も大きな圧力 P の値とその節点番号とを記憶する。

【0070】圧力解析部33では、次に流量 $Q0$ を与える節点番号を1増やして同様の処理を行い、最大圧力 P の値とその節点番号とを記憶する。

【0071】以上の処理を全節点に対して繰り返し実施することにより、全節点に流量 $Q0$ を与えた場合の最高圧力 P の集合が得られる。

【0072】そこで、これら P の集合の中で最も小さな値を判別し、それを計算したときの流量 $Q0$ を与えた節点番号 N と最高圧力 P の値とを出力する。つまり、この節点番号 N がゲート位置となる。

【0073】また、複数のゲートを決定しなければならない場合には、順列組み合わせの手法を取る。さらに、入力条件でゲート不可能領域が設定されている場合には、上記処理中において、その領域の節点番号には流量 $Q0$ を与えないことによって対処する。これにより、最もバランスの取れた形成圧力の小さい条件が得られるこ

とになる。

【0074】結果評価部34では、圧力解析部33で得られた最高圧力Pと、条件入力部31から入力された成形限界圧力との比較を行う。そして、その比較の結果が式(8)の関係になっていれば、最適なゲート数及びゲート位置が決定されたと評価する。また、その比較の結果が式(9)の関係になっていれば、ゲート数を1つ増やす。すなわち、圧力処理部33における流量Q0を与える節点の総数を1つ増やして、上記の処理を繰り返す。

【0075】

【数8】最高圧力P<成形限界圧力P0 ……(8)

最高圧力P>成形限界圧力P0 ……(9)

結果出力部35では、結果評価部34によって決定されたゲート個数とその位置G3とを、流動解析モデル上に表示して出力する(図11参照)。なお、図中の符号aは最終充填位置、符号W3はウエルドラインである。

【0076】以上の処理により、最適なゲート数及びゲート位置が決定されるものである。

$$\begin{bmatrix} C e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_0 = 100 \end{bmatrix} \quad \dots (10)$$

$$\begin{bmatrix} P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 = 5 \\ P_2 = 51 \\ P_n = 3 \end{bmatrix}$$

【0081】また、式(11)は、節点番号7に流量Q 30※る。

0を与えた場合の連立一次方程式の集合を示し、この連立一次方程式の解は、maxP=P7=57となってい ※

【0082】

【数10】

$$\begin{bmatrix} C e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_7 = 100 \end{bmatrix} \quad \dots (11)$$

$$\begin{bmatrix} P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 = 8 \\ P_2 = 65 \\ P_n = 15 \end{bmatrix}$$

【0083】以上の処理を節点番号分繰り返した後、それらの最高圧力Pの集合(式(12)参照)の中で、最も小さな値を示す圧力Pと節点番号とを求める。

【0084】

【数11】

$$\begin{bmatrix} \max P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 = 69 \\ P_2 = 65 \\ P_6 = 81 \\ P_7 = 57 \\ P_n = 87 \end{bmatrix} \quad \dots (12)$$

【0085】本具体例の場合は、節点番号7のときの最も小さな値となり、そのときの圧力は $P = 57 \text{ kg/cm}^2$ となった。

【0086】結果評価部34では、条件入力部31より入力した成形限界圧力(100 kg/cm^2)とこの節点番号7のときの圧力(57 kg/cm^2)とを比較する。この場合には、式(8)を満足することから、この時点で処理を終了する。

【0087】すなわち、ゲート数は1点、そのゲート位置は節点番号7の位置とする最終結果が得られることになる。

【0088】

【発明の効果】本発明の請求項1に係わる射出成形品のゲート決定装置は、条件入力部により指示された領域境界線内に含まれる要素の集合モデルを領域分割処理部で作成し、作成した集合モデルの各領域内において最終充填位置に同時に充填するゲート位置を領域内ゲート位置探索部で探索し、探索したゲート位置を樹脂注入部とする流動解析を行って、充填するのに必要とされる必要成形圧力を各領域毎に求め、これら必要成形圧力の比較又は必要成形圧力と成形限界圧力との比較により、必要成形圧力が成形限界圧力よりも大きいか否か、各領域間の必要成形圧力差が大き過ぎないか否かを結果評価部で判断し、必要成形圧力が成形限界圧力よりも大きい場合、及び各領域間の必要成形圧力差が一定の幅内でない場合には、その該当する領域を含めて再分割する領域境界線を再分割指示部により指示し、これ以外の場合には、流量調整部により各ゲート間の圧力差が均一になるように充填樹脂の注入流量を調整するように構成したので、また本発明の請求項2に係わる射出成形品のゲート決定装置は、流動解析に使用する要素分割モデルを用い、それらの節点間における流動状態をニュートン流体と仮定したときの運動方程式に基づいて構成される連立一次方程式のマトリックスをマトリックス作成部により作成し、圧力解析部によりこの連立一次方程式の各節点にある流量を与えて全節点の圧力を求め、この圧力解析部での解析結果に基づいて結果評価部により最適なゲート数及びゲート位置を判断するように構成したので、それぞれ以下に示すような効果を奏する。すなわち、経験の少ない技術者でもゲート数及びゲート位置の設計が行える。短時間でゲート数及びゲート位置を決定できるため、時間

と労力とを余り必要としない。流動解析モデルを用いるため正規の流動解析がこの条件で実施できるので、精度を要する場合には確認の解析を行うことができる。一般の最適化処理における初期設定に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の請求項1に係わる射出成形品のゲート決定装置の電気的構成を示すブロック図である。

【図2】流動解析の要素分割モデルの一例を示す図である。

【図3】成形品形状モデルの一例である平板モデルを要素分割した図である。

【図4】平板モデルを領域分割した図である。

【図5】流動解析によって求めたウエルド発生位置を示す図である。

【図6】流動解析によって求めたウエルド発生位置を示す図である。

【図7】流動解析によって求めたゲート位置を示す図である。

【図8】本発明の請求項2に係わる射出成形品のゲート決定装置の電気的構成を示すブロック図である。

【図9】成形品形状モデルの一例を示す図である。

【図10】図9に示す成形品形状モデルを要素分割した図である。

【図11】流動解析によって求めたゲート個数とその位置を示した図である。

【図12】成形品形状モデルの一例である平板モデルを要素分割した図である。

【図13】節点番号6に流量 Q_0 を与えた場合の解析の様子を示す図である。

【図14】節点番号7に流量 Q_0 を与えた場合の解析の様子を示す図である。

【符号の説明】

11, 31 条件入力部

12 領域分割処理部

13 領域内ゲート位置探索部

14, 34 結果評価部

15 再分割指示部

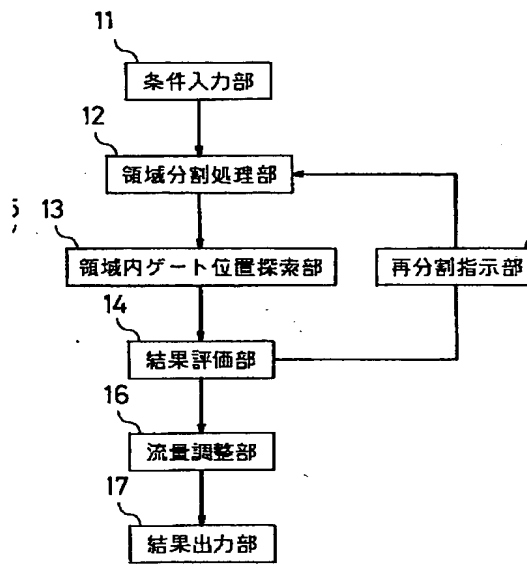
16 流量調整部

17, 35 結果出力部

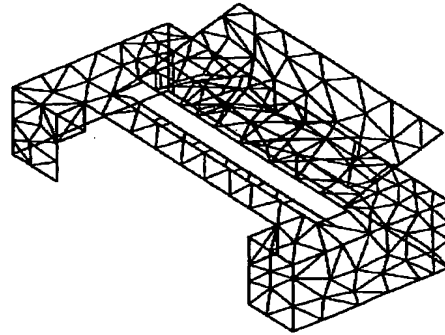
32 マトリックス作成部

33 圧力解析部

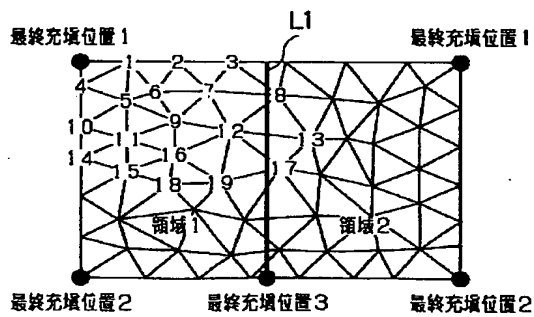
【図1】



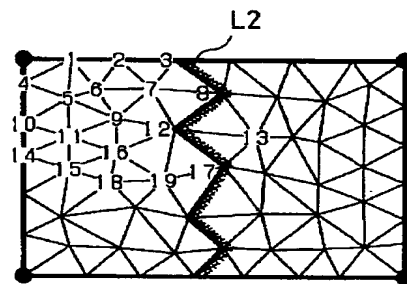
【図2】



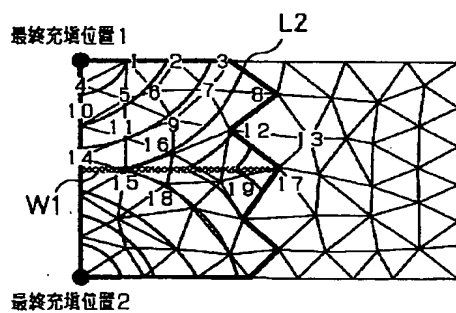
【図3】



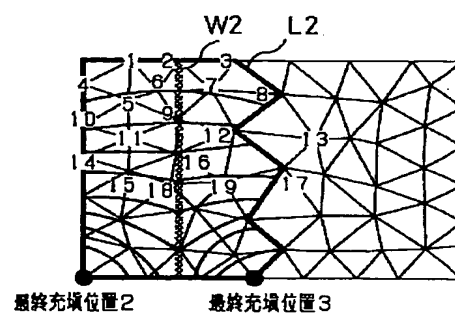
【図4】



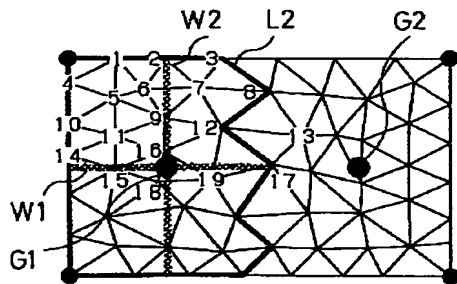
【図5】



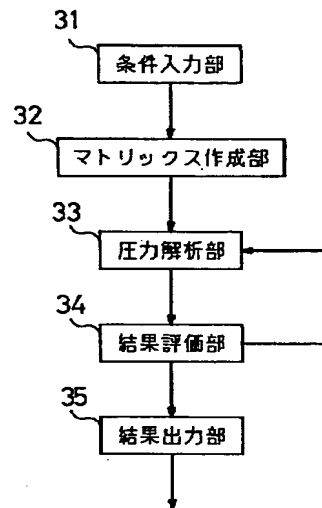
【図6】



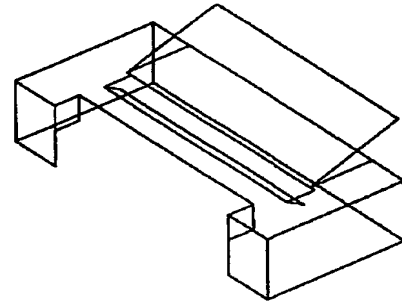
【図 7】



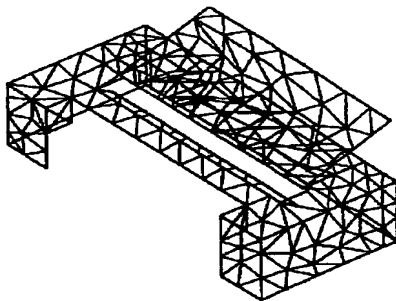
【図 8】



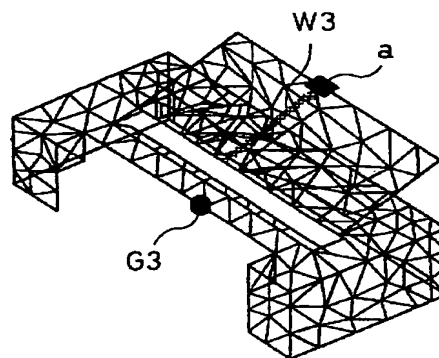
【図 9】



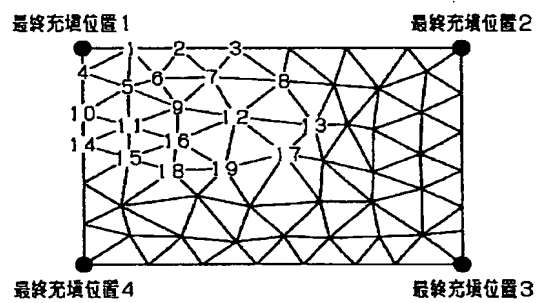
【図 10】



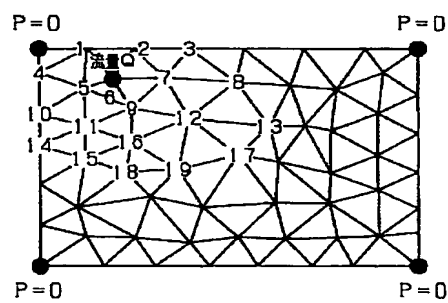
【図 11】



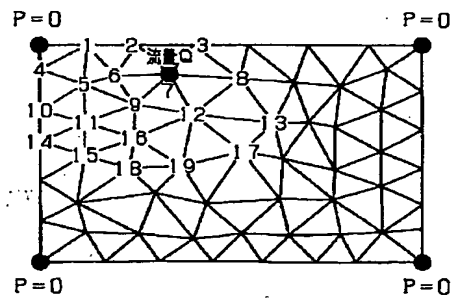
【図 12】



【図 13】



【図14】



THIS PAGE BLANK (USPTO)